

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-310573

⑤ Int.Cl.

H 01 M 8/04  
8/06

識別記号

庁内整理番号

J-7623-5H  
R-7623-5H

⑬ 公開 昭和63年(1988)12月19日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 燃料電池発電設備の燃料系制御装置

⑮ 特 願 昭62-146286

⑯ 出 願 昭62(1987)6月12日

⑰ 発 明 者 小 松 正 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

⑱ 出 願 人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

⑲ 代 理 人 弁理士 山口 巖

## 明 細 書

1. 発明の名称 燃料電池発電設備の燃料系制御装置

2. 特許請求の範囲

1) 燃料電池に改質器を組合せ、該改質器を通じて得た水素リッチな改質ガスを燃料として燃料電池の燃料極側に供給して発電を行う燃料電池発電設備に対し、燃料電池内における燃料ガス通路の出口側に水素濃度検出センサを配備し、かつ該センサの出力値を基に改質器への改質原料供給量を制御して燃料電池の水素利用率を一定値に維持させるフィードバック制御系を備えたことを特徴とする燃料電池発電設備の燃料系制御装置。

2) 特許請求の範囲第1項記載の燃料系制御装置において、水素濃度検出センサが、燃料電池内の燃料ガス通路出口側に配備されてここを通過する燃料の水素濃度に応じた出力を起電する小形燃料電池型のセンサであることを特徴とする燃料電池発電設備の燃料系制御装置。

3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

この発明は、燃料電池に改質器を組合せ、改質器を通じて得た水素リッチな改質ガスを燃料として燃料電池の燃料極側に供給して発電を行う燃料電池発電設備の燃料系制御装置に関する。

## (従来の技術)

周知のように燃料電池は燃料極、酸化剤極、およびこの両極の間に挟まれた電解質マトリックス層とからなる単位セルの積層体として成り、前記燃料極、酸化剤極へ反応ガスとしての水素と酸素を供給することによる電気化学的反応で発電するものであり、ここで通常は水素源としてはメタン、メタノール等の改質原料を改質して得られた水素リッチな改質ガスを使用し、酸素源としては空気を使用している。

ところで、燃料電池に供給する反応ガスが不足すると、起電反応に伴うガス消費により前記した積層体の単位セルが部分的にガス欠状態となり、かつガス欠となった単位セルは他の単位セルでの出力電圧によって電解質が電気分解を引き起こし、

著しい損傷を受けることになる。

このために燃料電池に反応ガスを供給する場合にはガス欠状態の発生を防止するよう安全率を掛け、発電量に対応する理論的なガス消費量に対して常に過剰ぎみに反応ガスを燃料電池へ供給する必要がある。またこの場合に燃料電池出力の反応ガス利用率に対する依存性、発電効率等の面から、通常は燃料電池での反応ガスの理論消費量に対して燃料（水素）の供給量を1.1～1.4倍、空気（酸素）供給量を1.7～3.3倍の過剰率を掛けて供給するようにしている。これはガス利用率に換算すると、燃料の利用率70～90%、空気の利用率30～60%に相当する。

一方、燃料電池の運転時に負荷変動に対応して前記過剰率を維持しつつ燃料電池への反応ガス供給量を制御するため、特に燃料供給系に付いて従来では例えば燃料電池の入口側で燃料の流量をオリフィス等で計測し、これを基に改質器へ供給する改質原料の供給量をその時点での負荷に応じて適正に増減制御する制御方式が採られている。

給過剰率を高めに設定して運転制御するようにしている。しかし燃料供給量の過剰率を高く設定することは、それだけ燃料電池での燃料利用率が低くなり、かつ余分に改質ガスを生成する必要が生じるために改質原料の消費量、改質器での改質反応に要する外部から与える熱量を含めた燃料電池発電設備の総合効率を低下させる原因となる。

この発明は上記の点にかんがみなされたものであり、その目的は燃料電池の出口側における燃料の水素濃度が発電量に応じて減少することに着目し、この水素濃度を制御検出値として燃料供給量を制御することにより、燃料電池の負荷変動に関係なく常に高い燃料利用率を維持させて効率よく発電できるようにした燃料電池発電設備の燃料系制御装置を提供することにある。

（問題点を解決するための手段）

上記問題点を解決するために、この発明によれば、燃料電池に改質器を組合せ、該改質器を通じて得た水素リッチな改質ガスを燃料として燃料電池の燃料極側に供給して発電を行う燃料電池発電

（発明が解決しようとする問題点）

ところで上記した従来の制御方式では次記のような問題点がある。すなわち燃料電池の総合効率面から燃料（水素）の利用効率を75～85%として運転制御する場合に定格負荷時の理論的な燃料消費量を100とすれば、前記利用率を維持するに必要な実際の燃料流量範囲は118～133であってその上限と下限の間の幅は15であるのに対し、負荷が定格の40%に低下した場合にはその燃料流量範囲は47～53となってその幅は6となる。すなわち燃料電池の負荷変動に対して一定の燃料利用率を維持しつつ燃料電池への燃料供給量を適正に制御するには、燃料流量の計測手段として幅広い測定範囲と高い計測精度が必要となる。

しかしながら先記した従来の制御方式で用いるオリフィス等の計測手段では幅広い測定範囲、高い計測精度の条件を満たすことが難しく、このために従来では計測誤差により燃料電池への燃料供給量が多少少な目になった場合でもガス欠状態が発生することのないように、あらかじめ燃料の供

設備に対し、燃料電池内における燃料ガス通路の出口側に水素濃度検出センサを配備し、かつ該センサの出力値を基に改質器への改質原料供給量を制御して燃料電池の水素利用率を一定値に維持させるフィードバック制御系を備えて構成するものとする。

（作用）

まずメタン、メタノール等の改質原料を改質器を通じて得た改質ガスは70～80%の水素と20～30%の炭酸ガスを主成分とした組成の気体であり、燃料電池はこの改質ガスを燃料として燃料中の水素を消費して発電を行う。すなわち燃料電池に供給された燃料の組成のうち、炭酸ガスの量は変化がないのに対して水素は発電量に応じて電池内部で消費されるために入口側に比べて出口側での水素濃度が小さくなる。またこの場合における燃料電池内での水素利用率と出口側での燃料の水素濃度との関係は第2図のごとくであり、発電量を一定とすれば電池内部での水素利用率の大小によって出口側での燃料の水素濃度は大きく変化するよ

うになる。

したがって前記構成のように燃料電池の燃料ガス通路出口側に水素濃度検出センサを配備してここを通流する燃料の水素濃度を分析することにより、この検出値からその時点での燃料電池の水素利用率を求めることができる。したがって前記センサの検出値を基に、燃料電池出口側での水素濃度をあらかじめ設定した一定値に維持するように燃料の供給量、つまり改質器への改質原料供給量を制御することにより、ガス欠状態が発生しない範囲で水素利用率を高めに保持しつつ、かつ負荷変動に関係なく燃料供給量を適正に制御して燃料電池発電設備を効率よく運転することができるようになる。

また上記において、水素濃度センサからの出力信号を基に燃料供給量を制御するフィードバック制御系では、水素濃度の変化に対するセンサの応答速度が十分に速くないと急激な負荷変動に対して追従性のよい制御が行えない。かかる点、ガス分析の分野で一般に使用されている熱伝導ガス分

供給ライン4が、また空気入口側のマニホールド1cには空気ブローア5を介して反応空気供給ライン6が接続配管されている。一方、改質器2はバーナ2aを装備の燃焼炉2b内に改質原料の気化器2c、および改質触媒を充填した改質反応管2dを直列に接続して収容した構造であり、ここで気化器2cの入口には前記の改質原料タンク3から原料ポンプ7を介して引出した原料供給ライン8が接続され、さらにバーナ2aには燃料電池1の燃料出口側のマニホールド1bから引出したオフガスライン9、および空気ブローア10を介して燃焼空気供給ライン11が接続されている。なお前記原料ポンプ7はその入力電圧を変えることにより回転数が制御される直流モータ駆動ポンプである。

かかる燃料電池発電設備に対し、この発明により燃料電池1の燃料ガス通路出口側、つまりマニホールド1bの内部にここを通流する燃料の水素濃度を検出する水素濃度検出センサ12が配備されており、かつこのセンサ12を含めて該センサ12の出力値を基に原料ポンプ7の回転数制御、つまり改

質計を使用したのでは、燃料のガス温度、湿度等を分析計に合った条件にするために燃料電池の燃料ガス通路の出口側よりポンプ等で燃料をサンプリングして分析計まで導く必要があり、このために応答速度に遅れが生じる可能性が大となる。かかる点、水素濃度検出センサとして独立の小形燃料電池の単位セルをセンサとして燃料電池の燃料ガス通路出口側に配備し、ここを流れる燃料の水素濃度に応じた電圧を出力させることにより、速い応答速度で燃料の水素濃度を検出することが可能となる。

(実施例)

第1図はこの発明の実施例による燃料電池発電設備の燃料系制御装置を示したシステムフロー図であり、図中1は燃料電池、2はバーナ燃焼式の改質器、3は改質原料タンクである。ここで燃料電池1は周知のようにセルスタックの周域に燃料給排用のマニホールド1a、1bと空気給排用のマニホールド1c、1dを装備しており、前記燃料入口側のマニホールド1aには改質器2から引出した燃料

質器2への改質原料供給流量を制御する制御器13とでフィードバック制御系を構成している。ここで前記の水素濃度検出センサ12としては、ここを通流する燃料の水素濃度に応じた電圧を起電する小形燃料電池の単位セルとして成る燃料電池型センサが採用されている。

次に上記構成による動作を説明すると、まずメタノール等の改質原料に所定比率の水を混合させたものを改質器2に供給することにより、改質原料は気化された上で改質触媒との接触反応により水素と炭酸ガスを主成分とする水素リッチなガスに改質される。またここで得られた改質ガスは燃料として改質器2よりマニホールド1aを通じて燃料電池1の燃料極に供給され、反応空気供給ラインを通じて酸化剤極側に供給された反応空気とともに燃料電池1が起電反応により発電を行い、かつこの起電反応の過程で燃料は発電量に相応した量の水素が消費される。また燃料の水素消費分を除いた残ガスはマニホールド1bを通じて改質2のバーナ2aに運流し、ここで燃焼して改質反応に必

要な熱量を与える。

一方、前記のように燃料電池1における燃料ガス通路の出口側ではマニホールド1bの内部には水素濃度検出センサとして小形燃料電池型のセンサ12が収容配備されており、このセンサ12はマニホールド1bを通過する燃料の水素濃度に比例した電圧を出力する。なお当該センサ12の出力と水素濃度との関係は第3図の如くであり、水素濃度の大小に応じて出力が増減する。また図中の基準値とは燃料電池1に供給される燃料の入口側での水素濃度を80%、燃料電池での水素利用率を80%とした場合のセンサ12の出力値である。

一方、前記センサ12の出力信号は制御器13に入力され、該制御器13からの制御信号により燃料電池の出口側における燃料の水素濃度があらかじめ制御器13で設定した所定の設定値に維持されるように原料ポンプ7の回転数、したがって改質器2への改質原料供給流量がフィードバック制御される。

またここで燃料電池の負荷が変動し、例えば負

電池の発電量から演算される理論水素消費量をベースに、過剰に供給する割合を前記センサからの検出信号によってきめ細かに制御させることも可能である。

#### (発明の効果)

以上述べたようにこの発明によれば、燃料電池に改質器を組合せ、該改質器を通じて得た水素リッチな改質ガスを燃料として燃料電池の燃料極側に供給して発電を行う燃料電池発電設備に対し、燃料電池内における燃料ガス通路の出口側に水素濃度検出センサを配備し、かつ該センサの出力値を基に改質器への改質原料供給量を制御して燃料電池の水素利用率を一定値に維持させるフィードバック制御系を備えて構成したことにより、ガス欠状態が発生しない範囲で水素利用率を高めに保持しつつ、かつ負荷変動に関係なく常に燃料電池への燃料供給量を適正に制御することができ、これにより燃料使用量の無駄な増分を抑えて燃料電池発電設備の総合効率の向上を図ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

荷が増加すると、負荷に比例して燃料中の水素消費量が増して燃料ガス通路の出口側での燃料の水素濃度が低下するようになるが、この水素濃度の低下はセンサ12により検出され、制御器13を介して原料ポンプ7の回転数が高められる。この結果として改質原料の供給流量、したがって燃料電池への燃料供給流量が所定の水素利用率を維持するように増加方向に制御される。なお負荷が減少した場合には、逆に出口側での燃料の水素濃度が高くなるので、その変化割合に応じて改質原料の供給流量を少なくする方向に制御されるようになる。これにより燃料電池の負荷変動に左右されず、かつガス欠発生のおそれなしに、常に燃料電池に対して最適量の燃料が供給されるようになる。したがって従来のように燃料供給量の過剰率を必要以上に高めに設定する必要がなく、燃料電池発電設備を効率よく運転することができる。

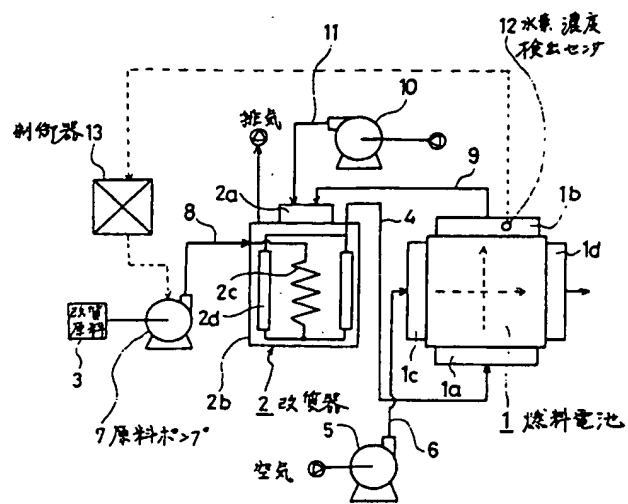
なお、図示実施例は燃料電池の燃料ガス通路出口側に配備した水素濃度センサの出力信号のみで燃料の供給流量を制御する方式を示したが、燃料

第1図は本発明実施例による燃料系制御装置を示す燃料電池発電設備のシステムフロー図、第2図は燃料電池の水素利用率と電池出口側における燃料の水素濃度との関係図、第3図は燃料電池型センサの出力と水素濃度との関係図である。図において、

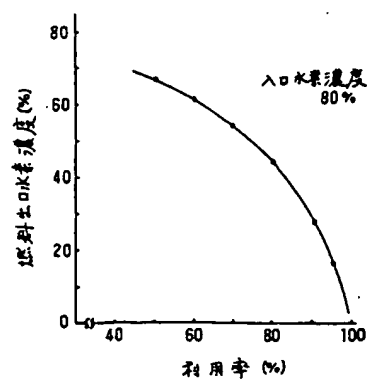
1：燃料電池、1a：燃料入口側マニホールド、1b：燃料出口側マニホールド、2：改質器、3：改質原料タンク、4：燃料供給ライン、7：原料ポンプ、12：水素濃度検出センサ、13：制御器。

代理人弁理士 山口 巖

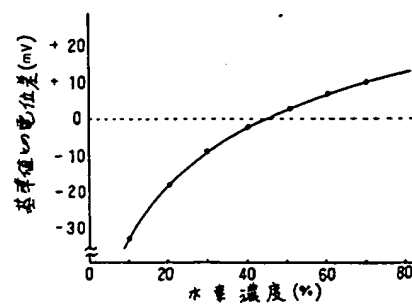




第 1 圖



第 2 圖



**第 3 圖**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-310573

(43)Date of publication of application : 19.12.1988

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/06

(21)Application number : 62-146286

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 12.06.1987

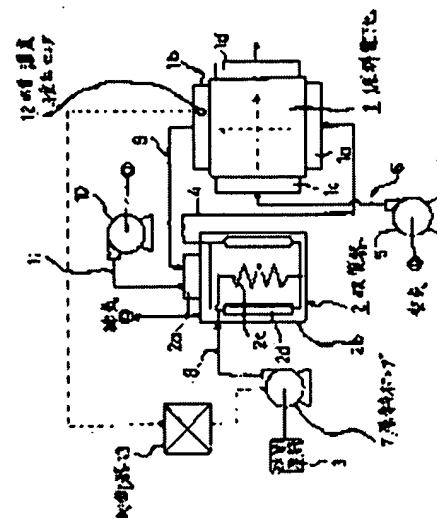
(72)Inventor : KOMATSU TADASHI

## (54) FUEL LINE CONTROL SYSTEM OF FUEL CELL POWER GENERATING FACILITIES

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To appropriately control fuel supply rate independent of load variation by installing a hydrogen concentration detecting sensor on the outlet side of a fuel gas passage in a fuel cell, and controlling the supply rate of reforming raw material to a reformer based on the output of the hydrogen concentration detecting sensor.

**CONSTITUTION:** A hydrogen concentration detecting sensor 12 is installed in a manifold 16 on the outlet side of a fuel gas passage in the fuel cell 1. The sensor 12 outputs voltage proportional to the hydrogen concentration passing through the manifold 1b. The output signal of the sensor 12 is inputted to a controller 13, and the control signal from the controller 13 feedback controls the number of revolution of a raw material pump, or the reforming raw material supply rate to the reformer 2, so that hydrogen concentration in fuel is retained in a setting value which is previously specified by the controller 13. The optimum amount of fuel is constantly supplied to the cell 1 independent of load variation and without fear of fuel gas shortage.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

**BEST AVAILABLE COPY**

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

PAT-NO: JP363310573A  
DOCUMENT- JP 63310573 A  
IDENTIFIER:  
TITLE: FUEL LINE CONTROL SYSTEM OF FUEL CELL POWER  
GENERATING FACILITIES

PUBN-DATE: December 19, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KOMATSU, TADASHI	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FUJI ELECTRIC CO LTD	N/A

APPL-NO: JP62146286  
APPL-DATE: June 12, 1987

INT-CL (IPC): H01M008/04 , H01M008/06

ABSTRACT:

PURPOSE: To appropriately control fuel supply rate independent of load variation by installing a hydrogen concentration detecting sensor on the outlet side of a fuel gas passage in a fuel cell, and controlling the supply rate of reforming raw material to a reformer based on the output of the hydrogen concentration detecting sensor.

CONSTITUTION: A hydrogen concentration detecting sensor 12 is installed in a manifold 16 on the outlet side of a fuel gas passage in the fuel cell 1. The sensor 12 outputs voltage proportional to the hydrogen concentration passing through the manifold 1b. The output signal of the sensor 12 is inputted to a controller 13, and the control signal from the controller 13 feedback controls the number of revolution of a raw material pump, or the reforming raw material supply rate to the reformer 2, so that hydrogen concentration in fuel is retained in a setting value which is previously specified by the



controller 13. The optimum amount of fuel is constantly supplied to the cell 1 independent of load variation and without fear of fuel gas shortage.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**